



TUGAS AKHIR TF 145565

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN ON/OFF MOTOR DC PADA MINI PLANT PEMOTONG KUNYIT BERBASIS ATMEGA 16

Gustyan Ubai Anggie Priyambada
NRP 2414.031.037

Dosen Pembimbing
Ir. Roekmono, MT
NIP. 19580908 198601 1 001

DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017



TUGAS AKHIR TF 145565

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN ON/OFF MOTOR DC PADA MINI PLANT PEMOTONG KUNYIT BERBASIS ATMEGA 16

Gustyan Ubai Anggie Priyambada
NRP 2414.031.037

Dosen Pembimbing
Ir. Roekmono, MT
NIP. 19580908 198601 1 001

DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017



FINAL PROJECT TF 145565

**DESIGN SYSTEM CONTROL ON / OFF DC
MOTOR ON MINI PLANT TURMERIC CUTTING
BASED ON ATMEGA 16**

**Gustyan Ubai Anggie Priyambada
NRP 2414 031 037**

**Supervisor
Ir. Roekmono, MT
NIP. 19580908 198601 1 001**

**STUDY PROGRAM OF D3 ENGINEERING INSTRUMENTATION
DEPARTMENT OF ENGINEERING INSTRUMENTATION
FACULTY OF VOCATION
INSTITUT TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

**RANCANG BANGUN SISTEM
PENGENDALIAN ON/OFF MOTOR DC
PADA MINI PLANT PEMOTONG KUNYIT
BERBASIS ATMEGA 16**

TUGAS AKHIR

Oleh :

**Gustyan Ubai Anggie Priyambada
NRP. 2414 031 037**

**Surabaya, 2 Agustus 2017
Mengetahui / Menyetujui**

**Kepala Departemen
Teknik Instrumentasi**

Dosen Pembimbing



Dr.Ir.Purwadi Agus Darwito,M.Sc

NIP.19620822 198803 1 001

Ir.Rockmono,MT

NIP.19580908 198601 1 001




**RANCANG BANGUN SISTEM
PENGENDALIAN ON/OFF MOTOR DC
PADA MINI PLANT PEMOTONG KUNYIT
BERBASIS ATMEGA 16**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Sarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Program Studi D3 Teknik Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
Gustyan Ubai Anggie Priyambada
NRP. 2414 031 037

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ir.Rockmono,MT..........(Pembimbing)
2. Dr.Ir.Purwadi Agus Darwito.M.Sc..........(Ketua Penguji)
3. Murry Raditya ST.MT..........(Penguji I)

**SURABAYA
JULI 2017**

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN *ON/OFF* MOTOR DC PADA MINI PLANT PEMOTONG KUNYIT BERBASIS ATMEGA 16

Nama Mahasiswa : Gustyan Ubai Anggie Priyambada
NRP : 2414 031 037
Program Studi : D3 Teknik Instrumentasi
Departemen : Departemen Teknik
Fakultas : Fakultas Vokasi
Dosen Pembimbing : Ir.Roekmono,MT

ABSTRAK

Kunyit adalah tanaman obat-obatan yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh, seperti mengobati haid, disentri, menyembuhkan bengkak, dll. Peningkatan permintaan kunyit tahun 2010-2012 belum mampu diimbangi oleh produksi dalam negeri sehingga masih terjadi defisit hingga tahun 2012 lalu. Untuk itu kami membuat alat pemotong kunyit ini yang berbasis atmega16 agar diharapkan dapat membantu meningkatkan jumlah produksi kunyit di Indonesia, alat ini dirancang dari beberapa komponen penting antara lain motor dc, *pulley*, pisau, dan *inlet* untuk jalur masuk kunyit serta *relay* untuk mematikan motor secara otomatis. Pembuatan alat dimulai dari studi literatur, kemudian melakukan perancangan *software* dan *hardware*, lalu dilakukan uji sistem dan pengambilan data karakteristik statik dan respon dari sistem pemotongan. Pada sistem pemotongan otomatis ini menggunakan sensor ultrasonik dengan nilai akurasi sebesar 98.8%, standar deviasi 0.305 dan ketidakpastian berulang sebesar 0.415. kemudian pada hasil uji respon sistem pemotongan didapatkan waktu untuk mencapai *set point* 5 cm, 10 cm, dan 15 cm masing-masing selama 7,13 menit, 11,24 menit, dan 15,56 menit, dengan ketebalan potongan masing-masing 2mm, 3mm, dan 5mm.

Kata kunci : kunyit, pemotong, motor dc, karakteristik statik

DESIGN SYSTEM CONTROL ON / OFF DC MOTOR ON MINI PLANT TURMERIC CUTTING BASED ON ATMEGA 16

Name of Student : Gustyan Ubai Anggie Priyambada
NRP : 2414 031 037
Program Study : D3 Engineering Instrumentation
Departement : Departement Of Engineering Vocation
Faculty : Faculty Of Vocation
Advisor : Ir. Roekmono,MT

ABSTRACT

Turmeric is a medicinal plant that is beneficial to the health of the body, such as treating menstruation, dysentery, healing swelling, etc. Increased demand for turmeric in 2010-2012 has not been able to offset by domestic production so that deficit still occur until 2012. For that we make this turmeric based atmega16 to be expected can help increase the amount of turmeric production in Indonesia, this tool is designed from some important components such as dc motor, pulley, knife, and inlet for turmeric entrance and relay to turn off motor automatic. The making of the tool starts from the literature study, then performs the design of software and hardware, then tested the system and retrieval of the static characteristic data and the response of the cutting system. In this automatic cutting system using ultrasonic sensors with an accuracy of 98.8%, standard deviation 0.305 and recurring uncertainty of 0.415. Then on the test result of the cutting system obtained for the set point point 5 cm, 10 cm, and 15 cm respectively for 7.13 minutes, 11.24 minutes, and 15.56 minutes, with the thickness of each piece 2mm, 3mm, and 5mm.

Keywords: turmeric, cutter, dc motor, static characteristics

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Rancang Bangun Sistem Pengendalian On/Off Motor Dc Pada Mini Plant Pemotong Kunyit Berbasis Atmega 16”** dengan tepat waktu. Laporan ini dapat terselesaikan dengan dukungan dan peran serta dari berbagai pihak. Untuk itulah dalam kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua, kakak, adik, dan semua keluarga besar yang selalu memberikan doa dan semangat selama pengerjaan tugas akhir.
2. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwinto, M.Sc selaku Ketua Departemen Teknik Instrumentasi
3. Bapak Ir. Roekmono, MT selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah membina dan memberikan banyak ilmu serta pengalaman.
4. Ibu Dyah Sawitri, S.T., M.T Selaku Dosen Wali penulis.
5. Prihartini Nurmacrifah yang kuat dan selalu sabar menjadi partner tunggal telah banyak membantu, berjuang bersama sebagai partner terbaik dalam menyelesaikan Tugas Akhir walaupun saya selalu menyusahkan.
6. Tim *“Solar Home System”* (Mufit dan Aulia) yang senantiasa memberikan semangat dan bantuan yang tak bisa ternilai bagi penulis
7. Teman-teman seperjuangan penghuni ruang zelena (Nova, Ferry, Putri, Agung, Supia, Luis, Heni, Nada, Dede, dan Gabas)
8. Teman-teman D3 Teknik Instrumentasi lainnya yang tidak bisa disebutkan penulis satu persatu serta teman – teman angkatan F49 yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.

9. Teman-teman Workshop Instrumentasi, Laboratorium Bahan, Laboratorium Simulasi dan Komputasi, Laboratorium Rekayasa Instrumentasi, dan Laboratorium Fisis yang selalu memberikan sarana dan prasarana guna menunjang pembuatan alat tugas akhir.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu saran serta kritik yang membangun sangat diharapkan penulis demi kesempurnaan laporan ini.

Dengan demikian laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan dengan harapan dapat bermanfaat bagi kita semua. Akhir kata penulis mohon maaf atas setiap kesalahan yang dilakukan selama pengerjaan Tugas Akhir sampai penyusunan laporan ini.

Surabaya, 28 Juni 2017
Penulis,

Gustyan Ubai Anggie Priyambada
2414 031 037

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN JURUSAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Laporan.....	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Motor DC.....	5
2.2 Mikrokontroler Atmega16.....	7
2.3 Sensor UltrasonicHC-SR04	11
2.4 Modul Relay.....	14
2.5 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	15
2.6 <i>Software Code Vision AVR</i>	17
2.7 SistemPengendalian Proses	18
BAB III METODOLOGI PERCOBAAN	
3.1 Metodologi Penelitian.....	23
3.2 Studi Literatur.....	25
3.3 Teknik Pengumpulan Data	25
3.4 Perancangan Sistem dan Pembuatan Alat.....	25

3.5 Uji Sistem.....	28
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Desain Sistem Pengendalian <i>switch on/off</i> motor DC ..	29
4.2 Pengujian Beban Motor.....	31
4.3 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04	34
4.4 Perhitungan Ketidakpastian Pembacaan Alat	35
4.5 Pengambilan Data Respon Sistem Pemotongan.....	38
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Motor DC 40V	6
Gambar 2.2	Blok Diagram Atmega 16	9
Gambar 2.3	Konfigurasi Pin Atmega 16.....	9
Gambar 2.4	Cara Kerja Sensor Ultrasonik	12
Gambar 2.5	Sensor Ultrasonik HC-SR04	13
Gambar 2.6	Sistem Waktu pada Sensor Ultrasonik HC-SR04.	14
Gambar 2.7	Modul Relay	14
Gambar 2.8	LCD 16x4.....	15
Gambar 2.9	Diagram Blok Sistem Pengendalian Otomatis.....	18
Gambar 3.1	Flowchart penelitian tugas akhir	23
Gambar 3.2	Diagram Blok Pengendalian <i>Switch on/off</i> Motor DC.....	24
Gambar 3.3	Ukuran Dimensi Alat.....	26
Gambar 4.1	Diagram Blok Sistem Pengendalian <i>Switch on/off</i> Motor DC	29
Gambar 4.2	Motor DC untuk Pemotong	30
Gambar 4.3	Inlet Pemotong Kunyit	30
Gambar 4.4 (a)	Rotary Dryer	31
Gambar 4.4 (b)	Mixer	31
Gambar 4.5	Penunjukkan hasil <i>stall current</i> pada tang <i>ampere</i>	32
Gambar 4.6	Penunjukkan hasil <i>free current</i> pada tang <i>ampere</i>	32
Gambar 4.7	Grafik Pembacaan Alat Standar dan Pembacaan Alat.....	34
Gambar 4.8	Grafik Pembacaan Naik dan Turun Alat.....	35
Gambar 4.9	Grafik Pembacaan Berulang	36
Gambar 4.10	Grafik Respon Sistem Pemotongan.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konfigurasi <i>Pin</i> LCD 16x4.....	16
Tabel 4.1. Keterangan Gambar.Sistem Pemotong Kunyit..	31
Tabel 4.2 Data pengujian alat ukur HCSR-04.....	33
Tabel 4.3 Data Pembacaan Naik dan Turun Sensor.....	35
Tabel 4.4 Data pengujian pembacaan berulang	36
Tabel 4.5 Perhitungan Data Kalibrasi.....	37

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kunyit (*Curcuma domestica*) adalah tanaman obat-obatan yang berumur tahunan. Kunyit merupakan tanaman asli India yang sudah menyebar ke berbagai negara terutama Indonesia yang beriklim tropis. Manfaat dari kunyit ini sendiri yang menjadi alasan ditanamnya kunyit di dunia pertanian Indonesia, kunyit banyak mengandung manfaat antara lain, bumbu dapur, mengobati haid yang tidak teratur, mengobati disentri, menyembuhkan bengkak karena gigitan serangga atau ulat, dll^[1]. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kunyit terbesar di dunia yaitu mencapai 12 ton/ha^[2]. Peningkatan permintaan kunyit tahun 2010-2012 ternyata belum mampu diimbangi oleh produksi dalam negeri sehingga masih terjadi defisit hingga tahun 2012 lalu. Dengan laju pertumbuhan konsumsi kunyit yang lebih besar dibandingkan laju pertumbuhan produksinya, maka defisit tersebut akan semakin besar. Tahun 2010 defisit kunyit diperkirakan mencapai 8.115 ton, tahun 2011 sebesar 10.280 ton dan tahun 2012 menjadi 12.444 ton^[1].

Proses pengolahan kunyit sendiri saat ini masih mengandalkan alam yaitu dari tenaga matahari untuk pengeringannya, tetapi kelemahan dari pengeringan menggunakan energi matahari hanya bisa dilakukan saat cuaca sedang cerah, saat mendung atau bahkan hujan proses pengeringan akan memakan waktu yang cukup lama, nah disini kami juga ingin memberikan inovasi baru sehingga proses pengeringan tidak lagi mengandalkan tenaga matahari, yaitu menggunakan energi listrik yang digunakan untuk supply untuk menghidupkan pemanas atau heater. Proses pemotongan kunyit juga tak kalah pentingnya, mesin dirancang untuk dapat memotong kunyit dalam jumlah yang banyak agar dapat memenuhi permintaan pasar. Hal inilah yang mendasari pengusul untuk membuat alat

yang diharapkan mampu meningkatkan produktifitas serta mempersingkat proses pemotongan dan pengeringan kunyit. Pengendalian motor pada pemotong sekiranya perlu dilakukan secara otomatis, agar proses pemotongan dan pengeringan berjalan secara kontinyu serta dapat mengatur tebal tipisnya kunyit. Pemotongan dilakukan menggunakan pisau yang dihubungkan pada motor dc. Motor dan pisau pemotong di desain sedemikian rupa. Permasalahannya kebanyakan mesin pemotong pada umumnya menggunakan motor dengan catu daya AC, sedangkan motor AC membutuhkan sistem kontrol yang rumit. Penting dalam menjaga kecepatan putar motor untuk tetap konstan, sebab akan berpengaruh terhadap hasil produksi kunyit.

Oleh karena itu, pada Tugas Akhir (TA) ini dirancang sebuah sistem pemotong kunyit berupa pisau potong putar dengan penggunaan motor DC sebagai alat penggerak dari pisau dengan dibuat sistem pemotongan yang bisa berhenti secara otomatis dengan cara meletakkan sensor level pada bagian atas oven, ketika kunyit terpotong akan langsung jatuh kedalam pemanas (oven). dalam oven diletakkan sensor *ultrasonic*, sensor tersebut diberikan *set point*, sehingga ketika level telah memenuhi *setpoint* yang ditetapkan maka motor DC akan otomatis berhenti karena sistem kontrol yang telah ditentukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana cara agar mendapatkan hasil potongan kunyit yang mayoritas sama?
2. Bagaimana cara mematikan pemotong kunyit secara otomatis?

1.3 Tujuan

Tujuan utama dari rancang bangun alat ini adalah untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir sebagai syarat kelulusan dari

program studi D3 Teknik Instrumentasi, serta untuk memberikan solusi pada rumusan masalah yaitu :

1. Untuk mendapatkan hasil potongan kunyit yang sama
2. Untuk mematikan pemotong kunyit secara otomatis

1.4 Batasan Masalah

Adapun batas ruang lingkup dari penelitian tugas akhir ini yaitu membahas mengenai teknik pemotongan kunyit dan mematikan putaran motor secara otomatis.

1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai sistem pengendali motor pemotong kunyit motor pemotong kunyit yang dapat mendapatkan rajangan kunyit dengan kualitas baik menggunakan mikrokontroler atmega 16.

1.6 Sistematika Laporan

Penyusunan laporan tugas akhir ini dilakukan secara sistematis dan tersusun dalam lima bab dengan penjelasan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

BAB II Tinjauan Pustaka

BAB III Metodologi Penelitian

BAB IV Hasil dan Pembahasan

BAB V Kesimpulan dan Saran

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Motor DC

Motor DC (*Direct Current*) adalah peralatan elektromagnetik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik yang desain awalnya diperkenalkan oleh Michael Faraday lebih dari seabad yang lalu (E. Pitowarno, 2006). Motor DC dikendalikan dengan menentukan arah dan kecepatan putarnya. Arah putaran motor DC adalah searah dengan arah putaran jarum jam (*Clock Wise/CW*) atau berlawanan arah dengan arah putaran jarum jam (*Counter Clock Wise/CCW*), yang bergantung dari hubungan kutub yang diberikan pada motor DC. Kecepatan putar motor DC diatur dengan besarnya arus yang diberikan.^[2]

2.1.1 Komponen Utama Motor DC

Sebuah motor DC yang memiliki tiga komponen utama:

a. Kutub medan magnet

Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan kumparan motor DC yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

b. Kumparan motor DC

Bila arus masuk menuju kumparan motor DC, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Kumparan motor DC yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, kumparan motor DC berputar

dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan kumparan motor DC.

c. *Commutator Motor DC*

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam kumparan motor DC. Commutator juga membantu dalam transmisi arus antara kumparan motor DC dan sumber daya.

2.1.2 Kelebihan Motor DC

Keuntungan utama motor DC adalah dalam hal pengendalian kecepatan motor DC tersebut, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur^[2] :

- Tegangan kumparan motor DC – meningkatkan tegangan kumparan motor DC akan meningkatkan kecepatan
- Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.



Gambar 2.1 Motor DC 40 V^[2]

Motor DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang seperti peralatan mesin dan rolling mills, sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga, motor tersebut dibatasi hanya

untuk penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya.^[2] Motor DC juga relatif mahal dibanding motor AC. Hubungan antara kecepatan, flux medan dan tegangan kumparan motor DC ditunjukkan dalam persamaan berikut :

Gaya elektromagnetik : $E = K \Phi N$

Torque : $T = K \Phi I_a$

Dimana:

E = gaya elektromagnetik yang dikembangkan pada terminal kumparan motor DC (volt)

Φ = flux medan yang berbanding lurus dengan arus medan

N = kecepatan dalam RPM (putaran per menit)

T = torque elektromagnetik

I_a = arus kumparan motor DC

K = konstanta persamaan

2.2 Mikrokontroler Atmega16

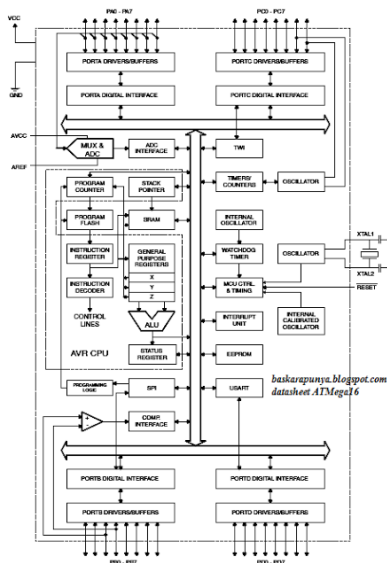
Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu chip. Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa port masukan maupun keluaran, dan beberapa peripheral seperti pencacah/pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fiturnya. Seperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal mikrokontroler ATmega16 terdiri atas unit-unit fungsionalnya *Arithmetic and Logical Unit* (ALU), himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi, dan pewaktu serta komponen kendali lainnya. ^[4]

2.2.1 Arsitektur Atmega 16

Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program

dan data dapat dilakukan secara bersamaan (concurrent), adapun blog diagram arsitektur ATmega16. Secara garis besar mikrokontroler ATmega 16 terdiri dari :

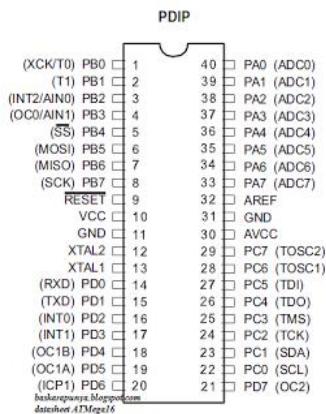
1. Arsitektur RISC dengan throughput mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16Mhz.
2. Memiliki kapasitas Flash memori 16Kbyte, EEPROM 512 Byte, dan SRAM 1Kbyte
3. Saluran I/O 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
4. CPU yang terdiri dari 32 buah register.
5. *User* interupsi internal dan eksternal
6. Port antarmuka SPI dan Port USART sebagai komunikasi serial
7. *Fitur Peripheral*
 - Dua buah 8-bit *timer/counter* dengan *prescaler* terpisah dan *mode compare*
 - Satu buah 16-bit *timer/counter* dengan *prescaler* terpisah, *mode compare*, dan *mode capture*
 - *Real time counter* dengan osilator tersendiri
 - Empat kanal PWM dan Antarmuka komparator analog
 - 8 kanal, 10 bit ADC
 - *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*
 - *Watchdog timer* dengan *osilator internal*



Gambar 2.2 Blok Diagram Atmega16^[4]

2.2.2 Konfigurasi PIN Atmega 16

Konfigurasi pin mikrokontroler Atmega16 dengan kemasan 40.



Gambar 2.3 Konfigurasi Pin Atmega 16^[4]

➤ Port A (PA7..PA0)

Port A berfungsi sebagai *input* analog pada konverter A/D. Port A juga sebagai suatu port I/O 8-bit dua arah, jika A/D konverter tidak digunakan. Pin - pin Port dapat menyediakan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk masing-masing bit). Port A *output* buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Ketika pin PA0 ke PA7 digunakan sebagai *input* dan secara eksternal ditarik rendah, pin-pin akan memungkinkan arus sumber jika resistor *internal pull-up* diaktifkan. Port A adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

➤ Port B (PB7..PB0)

Pin B adalah suatu pin I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Pin B *output* buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, Pin B yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pin B adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

➤ Port C (PC7..PC0)

Pin C adalah suatu pin I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Pin C output buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai *input*, pin C yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. pin C adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

➤ Port D (PD7..PD0)

Pin D adalah suatu pin I/O 8-bit dua arah dengan

resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Pin D *output* buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin D yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pin D adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis..

- RESET (*Reset input*)
- XTAL1 (*Input Oscillator*)
- XTAL2 (*Output Oscillator*)
- AVCC adalah pin penyedia tegangan untuk Port A dan Konverter A/D.
- AREF adalah pin referensi analog untuk konverter A/D.

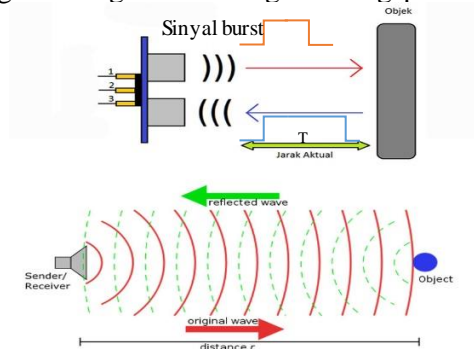
2.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis bunyi menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).^[5]

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba - lumba. Bunyi ultrasonik nisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa. .^[5]

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan

gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.



Gambar 2.4 Cara Kerja Sensor Ultrasonik^[6]

Prinsip kerja dari sensor ini lebih jelasnya pada penjelasan berikut ini:

- AVR mentrigger sensor agar mengirim sinyal pendek (burst) dgn frekwensi 40khz
- Ketika Sensor ultrasonik mengirim burst , output sensor menjadi high
- Burst menabrak objek dan kembali dipantulkan ke sensor – Ketika sinyal pantulan terdeteksi, output sensor menjadi low
- Panjang pulsa high dari output sensor sebanding dgn jarak yg ditempuh burst.

Panjang sinyal output sensor mencerminkan waktu tempuh sinyal burst 40khz yg dipancarkan sampai pantulan diterima. waktu tempuh tsb juga bisa digunakan untuk mengetahui

jarak tempuh sinyal . Karena di ketahui kecepatan atau velocity adalah 340 M/Detik maka dapat diketahui jarak yg ditempuh melalui rumus $S = v \times t$

Keterangan:

s: Jarak (m)

v: Kecepatan (m/s)

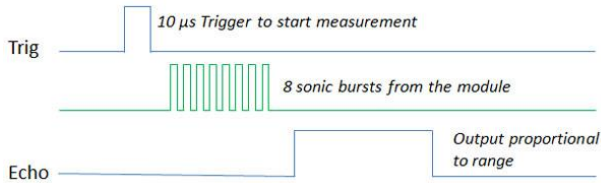
t: waktu (s)

Sensor ultrasonik HC-SR04, sensor ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, *Trigger*, dan *Echo*. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda. ^[6]



Gambar 2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04. ^[6]

Cara menggunakan alat ini yaitu ketika kita memberikan tegangan positif pada pin *trigger* selama 10 μ S, maka sensor akan mengirimkan 8 *step* sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40kHz. Selanjutnya, sinyal akan diterima pada pin *echo*. Untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut. Rumus untuk menghitungnya sudah saya sampaikan di atas (Santoso, 2015).



Gambar 2.6 Sistem Waktu pada Sensor Ultrasonik HC-SR04^[6]

2.4 Modul Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yakni electromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar). *Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar, sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik yang bertegangan tinggi. Sebagai contoh, dengan *relay* yang menggunakan electromagnet 5V DC dan 50 mA mampu menggerakkan *armature relay* (berfungsi sebagai saklar) untuk menghantarkan listrik 220V AC dan 2A.^[7]



Gambar 2.7 Modul Relay^[7]

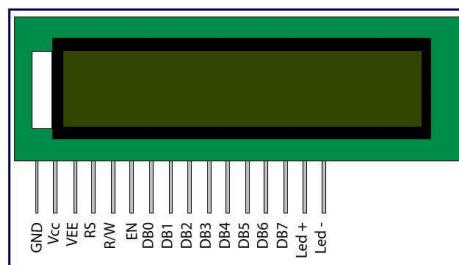
Pada dasarnya, *relay* terdiri dari 4 komponen dasar, yaitu electromagnet (*coil*), *armature*, *switch contact point* (saklar) dan *spring*. *Contact point relay* terdiri dari 2 jenis, yaitu *normally close* (NC) dan *normally open* (N). Prinsip kerja dari *relay* yaitu ketika kumparan *coil* diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektronagnet yang kemudian menarik *armature* untuk

berpindah dari posisi (misal dari NO ke NC). Pada saat tidak dialiri arus listrik, *armature* akan kembali lagi ke posisi awal. *Coil* yang digunakan oleh *relay* untuk menarik *contact point* pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relative kecil.^[8]

Fungsi dari modul *relay* yaitu untuk mengkonversi *output* tegangan. Keluaran dari mikrokontroller ATmega 16 yaitu 5V DC yang kemudian digunakan untuk mematikan 2 elemen pemanas dan 1 buah motor DC pada plant pengering kunyit saat mencapai setpoint suhu dan waktu aktif yang telah ditentukan dan *relay* diperlukan untuk mengubah tegangan 5V DC tersebut menjadi tegangan 220V AC

2.5 Liquid Crystal Display (LCD)

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD (*Liquid Crystal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.



Gambar 2.8 LCD 16x4^[8]

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca

belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari *segmen*. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan *segmen* yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.^[6] Berikut merupakan konfigurasi dari *pin* LCD 16x2 :

Tabel 2.1 Konfigurasi *Pin* LCD 16x4^[8]

Pin	Simbol	Fungsi
1	Vss	GND
2	Vdd	+3V or +5V
3	Vo	Contrast Adjustment
4	RS	H/L Register Select Signal
5	R/W	H/L Read/Write Signal
6	E	Enable Signal
7	DB0	H/L Data Bus Line
8	DB1	H/L Data Bus Line
9	DB2	H/L Data Bus Line
10	DB3	H/L Data Bus Line
11	DB4	H/L Data Bus Line
12	DB5	H/L Data Bus Line
13	DB6	H/L Data Bus Line
14	DB7	H/L Data Bus Line
15	A/Vee	+4.2 for LED/Negative Voltage Output
16	K	Power Supply for B/L (OV)

Tabel 2.1 merupakan konfigurasi dari *pin* LCD 16x2. Untuk memperjelas tabel tersebut, berikut penjelasan *pin* LCD 16x2 :

- *Pin* data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD, dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 *bit*.

- *Pin RS (Register Select)* berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah logika *low* menunjukan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika *high* menunjukan data.
- *Pin R/W (Read Write)* berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data.
- *Pin E (Enable)* digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- *Pin VLCD* berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana *pin* ini dihubungkan dengan *trimpot*, jika tidak digunakan dihubungkan ke *ground*, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 V.

2.6 Software Code Vision AVR

Code Vision AVR merupakan sebuah *cross-compiler C*, *Integrated Development Environment (IDE)*, dan *Automatic Program Generator* yang didesain untuk mikrokontroler buatan Atmel seri AVR. *Code Vision AVR* dapat dijalankan pada sistem operasi Windows 95, 98, Me, NT4, 2000, dan XP. *Cross-compiler C* mampu menerjemahkan hampir semua perintah dari bahasa ANSI C, sejauh yang diizinkan oleh arsitektur dari AVR, dengan tambahan beberapa fitur untuk mengambil kelebihan khusus dari arsitektur AVR dan kebutuhan pada sistem *embedded*.

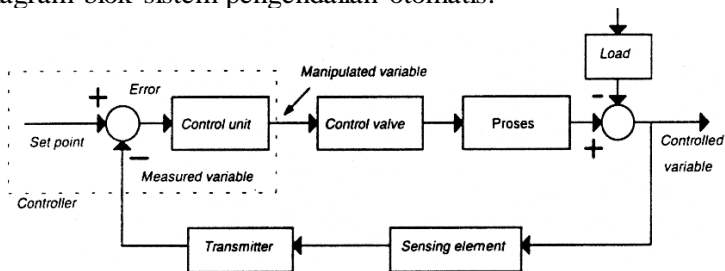
File object COFF hasil kompilasi dapat digunakan untuk keperluan *debugging* pada tingkatan C, dengan pengamatan variabel, menggunakan *debugger Atmel AVR Studio*. IDE mempunyai fasilitas internal berupa *software AVR Chip In-System Programmer* yang memungkinkan untuk melakukan *transfer* program kedalam *chip* mikrokontroler setelah sukses melakukan kompilasi/assembly secara otomatis. *Software In-System Programmer* didesain untuk bekerja dengan *Atmel STK500/AVRISP/AVRProg*, *Kanda System STK200+/300*, *Dontronics DT006*, *Vogel Elektronik VTEC-ISP*, *Futurlec JRAVR* dan *Micro Tronics ATCPU/Mega2000 programmers/development boards* ^[12].

2.7 Sistem Pengendalian Proses

Sistem adalah kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja bersama-sama dan melakukan suatu sasaran tertentu, sedangkan pengendalian diartikan sebagai mengekang dan menguasai. Jadi sistem pengendali proses adalah sistem pengendalian suatu parameter dari berbagai macam proses. Sistem pengendalian proses terbagi menjadi dua yaitu sistem pengendalian manual dan sistem pengendalian otomatis

- a. Sistem pengendalian manual adalah sistem pengendalian dengan subyek adalah makhluk hidup, contoh oleh manusia. Biasanya sistem ini dipakai pada beberapa proses-proses yang tidak banyak mengalami perubahan beban (*load*) atau pada proses yang tidak kritis.
- b. Sistem pengendalian otomatis adalah sistem pengendalian dimana subyek digantikan oleh suatu alat yang disebut *controller*. Dimana tugas untuk membuka dan menutup *valve* tidak lagi dikerjakan oleh operator, tetapi atas perintah *controller*.

Semua analisa sistem pengendalian selalu dimulai dengan menampilkan diagram blok sistem. Didalam diagram blok sistem pengendalian otomatis, akan selalu ada komponen-komponen pokok seperti elemen proses, elemen pengukuran (*sensing element* dan *transmitter*), elemen *controller* (*control unit*), dan *final control element* (*control valve*)^[13]. Berikut merupakan diagram blok sistem pengendalian otomatis:



Gambar 2.9 Diagram Blok Sistem Pengendalian Otomatis^[8]

Pada gambar 2.10, bagian *controller* mempunyai *summing junction* dengan tanda positif-negatif (+/-). Di titik inilah langkah membandingkan dilakukan mengurangi besaran *set point* dengan sinyal *measurement variable*. Hasilnya adalah sinyal yang disebut *error*. Untuk tanda (-) pada *summing junction* sistem pengendalian otomatis disebut sistem *negative feedback*., jika tanda pada *summing junction* (+) maka sistem pengendalian otomatis disebut *positif feedback*. Beberapa keterangan mengenai elemen-elemen sistem pengendalian otomatis dari diagram blok pada gambar 2.16 adalah sebagai berikut:

a. *Proses (Process)*

Proses adalah tatanan peralatan yang mempunyai suatu fungsi tertentu. *Input* proses dapat bermacam-macam, yang pasti merupakan besaran yang dimanipulasi oleh *final control element* atau *control valve* agar variabel yang dimaksud sama dengan *set point*. *Input* proses ini juga disebut *manipulated variable*.

b. *Controlled Variable*

Controlled variable adalah besaran atau *variable* yang dikendalikan. Besaran ini pada diagram blok juga disebut *output proses* atau *process variable*.

c. *Manipulated Variable*

Manipulated variable adalah *input* dari suatu proses yang dapat dimanipulasi atau diubah-ubah besarnya dengan tujuan agar *process variable* atau variabel yang dikendalikan besarnya sama dengan *set point*.

d. *Disturbance*

Disturbance adalah besaran lain, selain *manipulated variable*, yang dapat menyebabkan berubahnya *controlled variable*. Besaran ini juga disebut dengan *load*.

e. *Sensing Element*

Sensing element adalah bagian paling ujung suatu sistem pengukuran (*measuring system*). Contoh elemen

pengukur yang banyak dipakai misalnya *thermocouple* atau *oriface plate*. Bagian ini juga biasa disebut *sensor* atau *primary element*.

f. *Transmitter*

Transmitter adalah alat yang berfungsi untuk membaca sinyal *sensing element*, dan mengubahnya menjadi sinyal yang dapat dimengerti oleh *controller*.

g. *Transducer*

Transducer adalah unit pengalih sinyal. Kata *transmitter*, seringkali dirancukan dengan kata *transducer*. Keduanya memang mempunyai fungsi yang serupa, walaupun tidak sama benar. *Transducer* lebih bersifat umum, sedangkan *transmitter* lebih khusus pada penggunaan dalam sistem pengukuran.

h. *Measurement Variable*

Measurement variable adalah sinyal yang keluar dari *transmitter*. Besaran ini merupakan cerminan besarnya sinyal sistem pengukuran.

i. *Set Point*

Set point adalah besar *process variable* yang dikehendaki. Sebuah *controller* akan selalu berusaha menyamakan *controlled variable* dengan *set point*.

j. *Error*

Error adalah selisih antara *set point* dikurangi *measured variable*. *Error* bisa negatif, bisa juga positif. Bila *set point* lebih besar dari *measured variable*, *error* akan menjadi positif. Sebaliknya, bila *set point* lebih kecil dari *measured variable*, *error* menjadi negatif.

k. *Controller*

Controller adalah elemen yang mengerjakan tiga dari empat tahap langkah pengendalian yang membandingkan

set point dengan *measurement variable*, menghitung berapa banyak koreksi yang perlu dilakukan, dan mengeluarkan sinyal koreksi sesuai dengan hasil perhitungan tadi. *Controller* sepenuhnya menggantikan peran manual dalam mengendalikan sebuah proses. *Controller* merupakan alat pengendali.

l. *Control Unit*

Control unit adalah bagian dari *controller* yang menghitung besarnya koreksi yang diperlukan. *Input control unit* adalah *error*, dan *output*-nya adalah sinyal yang keluar dari *controller* (*manipulated variable*). *Control unit* memiliki *transfer function* yang tergantung pada jenis *controller*. *Output control unit* adalah hasil penyelesaian matematik *transfer function* dengan memasukkan nilai *error* sebagai *input*.

m. *Final Control Element*

Final control element adalah bagian akhir dari instrumentasi sistem pengendalian. Bagian ini berfungsi untuk mengubah *measurement variable* dengan cara memanipulasi besarnya *manipulated variable* berdasarkan perintah *controller*^[20]

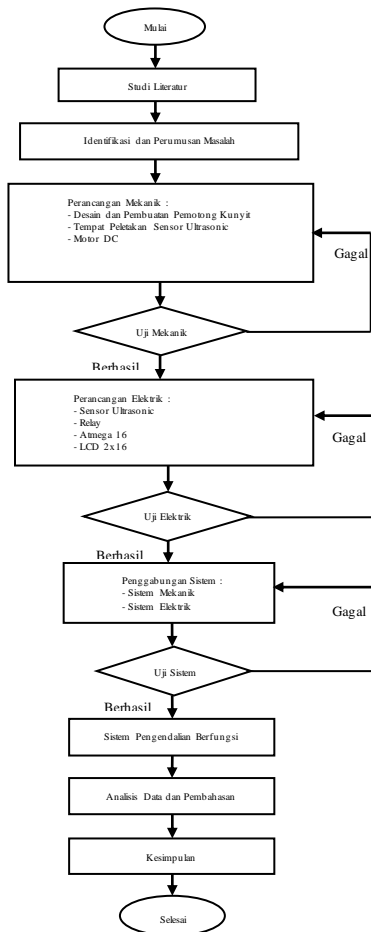
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

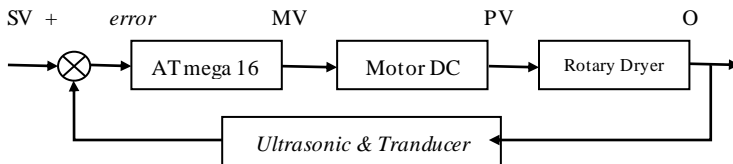
Dalam pelaksanaan penelitian ini, tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 *Flowchart* penelitian tugas akhir

Pada gambar 3.1 menjelaskan mengenai perancangan dan pembuatan alat yang meliputi studi literatur, perancangan sistem, penentuan komponen yang digunakan dan membuat hardware serta software. Komponen yang digunakan untuk merancang pengendalian *on/off* motor DC pada pemotong kunyit yaitu *power supply*, sensor *ultrasonic*, mikrokontroler ATmega 16, LCD, *relay* dan motor DC.

Adapun untuk prinsip kerja dari rancangan sistem pengendali kecepatan dan *switch off* motor DC pada pemotong kunyit dapat dilihat pada diagram blok sistem pengendalian *on/off* dibawah ini :



Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem Pengendalian *on/off* Motor DC

Gambar 3.2 merupakan diagram blok sistem pengendalian *on/off* motor DC pada mini *plant* pemotong kunyit. Mikrokontroler ATmega 16 sebagai kontroller dengan mode *on-off*. Motor DC sebagai pengendali akhir atau aktuatur yang aktif dibantu dengan *relay*.

Mesin pemotong yang dirancang, kecepatan putarnya sebesar 500 Rpm dan untuk mematikannya diperlukan sensor *ultrasonic* yang berfungsi untuk mengetahui ketinggian kunyit yang berada didalam rotary dryer.. Dimana setelah kunyit terpotong dengan ketebalan potongan yang sama kemudian kunyit akan otomatis jatuh ke dalam tabung pengering. Kemudian dideteksi oleh sensor *ultrasonic* yang dapat diketahui volumenya. Dari data yang didapat nantinya akan dikirim menuju ke mikrokontroler ATmega 16 yang akan memberikan perintah pada relay untuk mematikan motor dc pada pemotong, jika ketinggian kunyit pada *rotary dryer* sudah tercukupi maka pemotong akan berhenti, jika ketinggian

kunyit pada *rotary dryer* belum terpenuhi maka pemotong akan terus berjalan hingga berat kunyit pada *rotary dryer* terpenuhi.

3.2 Studi literatur

Pada tahap awal dimulai dari studi literatur yang dilakukan untuk mendapatkan wawasan umum yang berhubungan dengan penelitian, hal ini dilakukan untuk mempelajari prinsip kerja sistem pengendalian *on/off* motor DC pada proses pemotongan kunyit. Tahap berikutnya melakukan pengumpulan data, adapun data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Selanjutnya adalah proses perancangan sistem, baik perancangan mekanik maupun perancangan elektrik, melalui uji mekanik dan uji elektrik. Tahap terakhir adalah melakukan analisis data dan pembahasan, kemudian menyimpulkan dari hasil penelitian secara keseluruhan.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Data yang didapatkan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu:

3.3.1 Data primer

- a. Pengukuran fisis:
 - Ukuran potongan kunyit
 - Perhitungan data pembacaan sensor *ultrasonic*
- b. Percobaan laboratorium:
 - Spesifikasi motor listrik untuk menentukan torsi putar

3.3.2 Data Sekunder

Jurnal Penelitian

- Meninjau penggunaan sensor *ultrasonic* pada plant yang berprinsip sama.

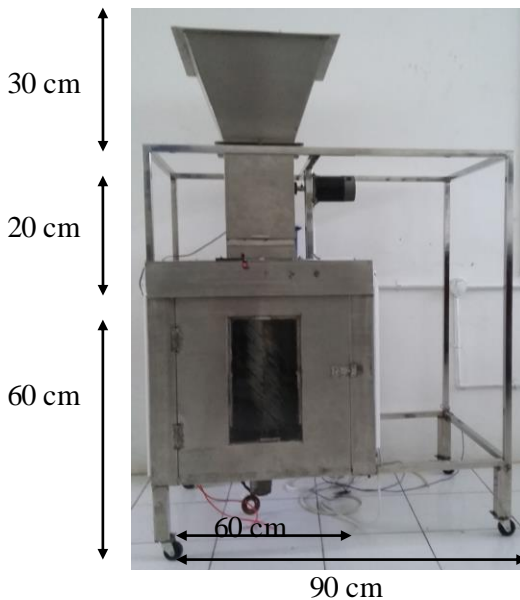
3.4 Perancangan Sistem dan Pembuatan Alat

Setelah melakukan studi literatur, selanjutnya adalah melakukan perancangan sistem dan pembuatan rancang bangun pengendalian *temperature* pada *plant* pengering

kunyit. Proses perancangan terdiri dari perancangan pembuatan *hardware* dan pembuatan *software*. *Hardware* dan *software* yang telah dibuat kemudian diintegrasikan dengan mikrokontroler Atmega 16 pada mekanik pemotong agar dapat mengendalikan motor pemotong sesuai dengan *setpoint* yang ditentukan. .

3.4.1 Perancangan Sistem Mekanik

Melakukan perancangan alat yang meliputi penentuan sistem kerja pemotong dan desain perangkat seperti komponen mekanik serta material yang digunakan. Dalam proses perancangan mekanik ini terdiri dari:



Gambar 3.3 Ukuran Dimensi Alat

Dikarenakan sistem pemotong kunyit termasuk bagian kesatuan dari pengering kunyit maka, proses pengerjaan mekaniknya menjadi satu, yakni:

Dimensi Pemotong Kunyit :

- Silinder penampung kunyit dengan dilengkapi pengaduk guna meratakan proses pengeringan

kunyit. Ukuran tinggi penampung 40 cm dan diameter penampung adalah 28 cm

- Motor DC dengan tegangan 19 V dipasang dibawah oven, sebagai komponen pemutar silinder pada saat proses pengeringan berlangsung.
- Tempat penyimpanan sistem elektrik berada di atas oven bagian depan.
- *Inlet* untuk jalan kunyit berukuran 21cm x 21cm x 33cm
- Piringan/plat tempat pisau berdiameter 35,5cm
- Pisau dengan panjang 5cm (2 buah)
- 2 buah pulley dengan perbandingan 1:6
- Motor DC dengan spesifikasi 40V dan 25A sebagai pemotong kunyit

3.4.2 Perancangan Sistem Elektrik

Dalam proses pengerjaan sistem elektrik pemotong kunyit terdiri dari komponen – komponen pengendali, antara lain perakitan motor DC pada bagian kerangka pemotong kunyit, pemasangan komponen pemotong yang telah tersambung oleh komponen elektrik berupa *relay* dan ATmega 16, serta pemasangan sensor *ultrasonic*. Tahap akhir yaitu pengerjaan sistem elektrik untuk mensinkronkan sensor dengan kontroler sesuai parameter *set point* yang diinginkan. Sistem elektrik ini terdiri dari:

- Motor listrik DC
- Sensor *ultrasonic*
- ATmega 16
- Relay
- LCD

Dalam menjalankan plant secara otomatis maka diperlukan kontrol untuk rangkaian sistem elektrik yang telah dibuat, sistem kontrol yang digunakan adalah ATmega16 dengan *software* CVAVR.

3.4.3 Penggabungan Sistem

Setelah sistem mekanik dan sistem elektrik sudah bisa digunakan, maka tahap selanjutnya adalah melakukan penggabungan antara sistem mekanik dan sistem elektrik antara lain: Sistem mekanik merupakan perancangan tempat sensor termokopel, kabel, motor DC dan elemen pemanas. Dari komponen tersebut digabungkan maka membentuk sistem mekanik. Sistem elektrik dalam penelitian ini merupakan gabungan antara sensor termokopel, *relay*, motor listrik DC, dan mikrokontroler ATmega 16 kemudian keempat komponen tersebut ini digabungkan semua dalam satu sistem maka akan membentuk sistem listrik untuk bisa menjadi sistem kontrol pengendali *switch on/off* motor.

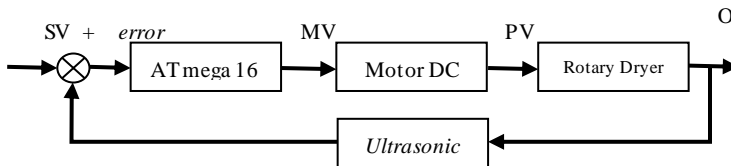
3.5 Uji Sistem

Apabila Sistem mekanik dan sistem elektrik sudah digabungkan, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah menguji sistem tersebut untuk mengetahui apakah sistem bekerja dengan baik dan dapat menghasilkan output kerja sesuai yang diharapkan. Indikator keberhasilannya adalah ketika sensor *ultrasonic* mendeteksi ketinggian kunyit pada *rotary dryer* maka selanjutnya ATmega 16 akan memberi sinyal *high* kepada relay yang telah tersambung ke motor pemotong, agar relay dapat mematikan motor. Apabila pengujian dinyatakan berhasil, maka sistem pengendalian *on/off* pada mesin pemotong kunyit dapat dinyatakan berfungsi.

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain Sistem Pengendalian *On/Off* Motor DC

Sistem pengendalian *on/off* motor DC yang digunakan bertipe *feedback control system*. Ciri khas dari tipe ini adanya menu *feedback* sebelum melalui proses variabel (*output*), sehingga kerja pengendalian ini bersifat *continue*. Berikut merupakan konfigurasi sistem pengendaliannya:



Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem Pengendalian *Switch on/off* Motor DC

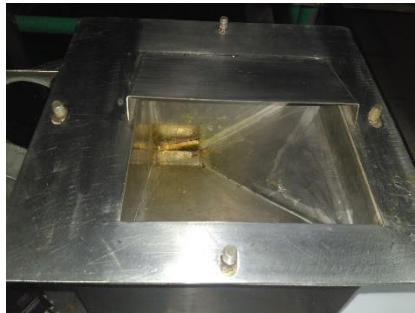
Mesin pemotong yang dirancang, kecepatan putarnya sebesar 500 Rpm dan untuk mematikannya diperlukan sensor *ultrasonic* yang berfungsi untuk mematikan motor pemotong berdasarkan ketinggian volume *rotary dryer* setelah dimasukkan kunyit. Dimana setelah kunyit terpotong dengan ketebalan potongan yang sama kemudian kunyit akan otomatis jatuh ke dalam tabung pengering. Kemudian dideteksi oleh sensor *ultrasonic* yang dapat diketahui volumenya. Dari data yang didapat nantinya akan dikirim menuju ke mikrokontroler ATmega 16 yang akan memberikan perintah pada motor dc pada pemotong untuk tetap menyala atau mati, jika ketinggian kunyit pada *rotary dryer* sudah tercukupi maka pemotong akan berhenti, jika ketinggian kunyit pada *rotary dryer* belum terpenuhi maka pemotong akan terus berjalan hingga volume kunyit pada *rotary dryer* terpenuhi.

Untuk itu, alat ini didukung oleh beberapa komponen pendukung dengan fungsi masing-masing, diantaranya:



Gambar 4.2 Motor DC untuk Pemotong

Motor DC yang digunakan untuk memotong kunyit mempunyai spesifikasi tegangan maksimum 40V dan konsumsi arus sebesar 25A. dihubungkan dengan *pulley* untuk menambah torsi motor.



Gambar 4.3 *Inlet* Pemotong Kunyit

Inlet kunyit dibuat sedemikian rupa dengan bahan *stainless steel* berukuran 21cm x 21cm yang langsung dihubungkan dengan jalur pisau berputar.

**Gambar 4.4(a)** *Rotary Dryer***Gambar 4.4(b)** *Mixer*

Rotary dryer sebagai tempat jatuhnya potongan kunyit dibuat setinggi 40 cm dengan diameter alas 25 cm, dengan dilengkapi *mixer* yang digerakkan oleh motor DC didalamnya yang berfungsi untuk meratakan hasil potongan.

Berikut ini merupakan beberapa penjelasan secara ringkas mengenai keterangan komponen pemotong kunyit dari gambar diatas.

Tabel 4.1 Keterangan Gambar. Sistem Pemotong Kunyit

No	Nama Komponen	Fitur Keunggulan
1	Motor DC	Berfungsi untuk menggerakkan pisau pemotong saat sistem pemotong dijalankan
2	Pisau	Merupakan komponen terpenting dalam proses pemotongan kunyit

4.2 Pengujian Beban Motor

Pada pengujian beban motor kali ini dilakukan dua kali percobaan, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui *stall current* dan *free current* dari motor dc. *Stall current* adalah arus maksimum

yang ditarik ketika motor menerapkan torsi maksimumnya, entah karena dicegah untuk bergerak seluruhnya atau karena tidak dapat lagi mempercepat putarannya. Sedangkan *free current* adalah arus yang ditarik saat motor berputar bebas pada kecepatan maksimum, tanpa beban apapun selain gaya gesekan dan penguatan arus balik di motor itu sendiri.



Gambar 4.5 Penunjukkan hasil *stall current* pada tang *ampere*

Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil *stall current* motor dc sebesar 13.35 *ampere*, didapatkan setelah putaran motor ditahan untuk tidak berputar sama sekali dari *supply* total 24 volt dan 45 *ampere* kemudian salah satu kabel motor dijepitkan ke tang *ampere*, dan hasilnya akan ditampilkan pada display tang *ampere*.



Gambar 4.6 Penunjukkan hasil *free current* pada tang *ampere*

Sedangkan hasil free current motor dc sebesar 7.43 *ampere*, didapatkan setelah motor dibiarkan berputar tanpa beban dengan supply 24 *volt* dan 45 *ampere*.

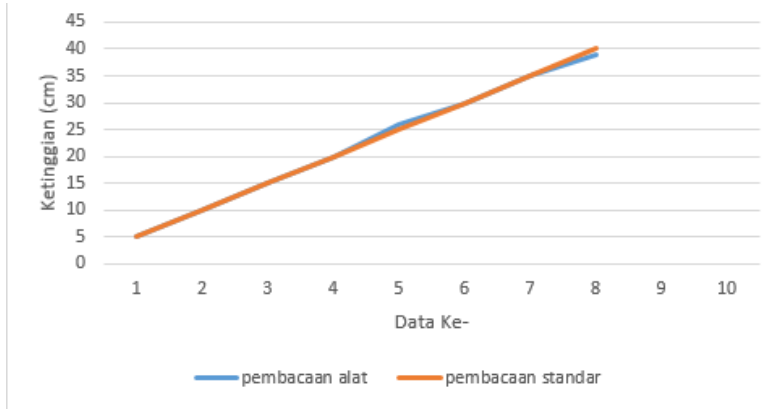
4.3 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pada tugas akhir rancang bangun pengendalian level pada rotary dryer, rentang pengukuran untuk pengendalian level ini adalah 0 – 40 cm. Untuk mengetahui keakuratan dan karakteristik statik daripada sensor ultrasonik HC-SR04 yang digunakan perlu dilakukan beberapa pengujian pada sensor ultrasonik menggunakan alat standart, antara lain pengujian alat ukur, pembacaan naik dan turun sensor, dan pengujian pembacaan berulang atau *repeatability*. Alat standart yang digunakan untuk perbandingan adalah mistar ukur. Berikut adalah data perbandingan antara sensor HC-SR04 dengan alat standar yang berupa mistar ukur.

Tabel 4.2 Data pengujian alat ukur HCSR-04

No.	Pembacaan standart	Pembacaan alat	Koreksi
1	5	5	0
2	10	10	0
3	15	15	0
4	20	20	0
5	25	26	-1
6	30	30	0
7	35	35	0
8	40	39	1
Jumlah	180	180	0
Rata-rata	22.5	22.5	0

Setelah mendapatkan data pembacaan alat kemudian dibuat table seperti diatas. Dari Tabel 4.2 diatas kemudian pembacaan alat dijumlah dan di rata – rata akan didapatkan hasil grafik dari pembacaan alat standar dan pembacaan alat sebagai berikut:



Gambar 4.7 Grafik Pembacaan Alat Standar dan Pembacaan Alat.

Dari gambar 4.5, menunjukkan bahwa pembacaan alat atau sensor *ultrasonic* HC-SR04 yang digunakan sudah cukup hampir mendekati dengan skala yang ditunjukkan pada alat standar atau mistar ukur. Namun, dapat dilihat dari grafik terdapat beberapa titik pembacaan ketinggian yang masih terdapat *error* pembacaan. Berdasarkan data yang telah didapatkan dari pengujian alat, maka dapat diperoleh karakteristik dari alat ukur jarak.

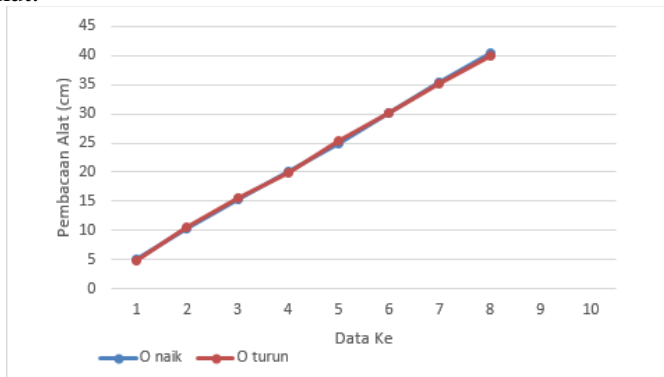
Sehingga karakteristik statik seperti berikut:

1. Range : 5 Cm – 40 Cm
2. Span : 35 Cm
3. Resolusi : 1 Cm
4. K : 1
5. Akurasi : $1 - \sum \left| \frac{\text{pembacaan standar} - \text{alat}}{\text{pembacaan standar}} \right|$
: 1,015
% Akurasi : $(100 - 1,015) \times 100\%$
: 98.9%

Tabel 4.3 Data Pembacaan Naik dan Turun Sensor

Pembacaan Standar	O Naik	O Turun	H
5	5.19	4.92	-0.007629274
10	10.22	10.5	-0.011302628
15	15.34	15.6	-0.006781577
20	20.11	19.98	-0.008759537
25	24.96	25.28	-0.004521051
30	30.17	30.25	-0.00395592
35	35.38	35.17	-0.011585194
40	40.31	39.98	-0.009324668
Jumlah	181.68	181.68	-2.27249E-16
Rata-rata	22.71	22.71	-2.84061E-17

Dari Tabel 4.3 diatas kemudian pembacaan naik dan turun alat menghasilkan grafik pembacaan naik dan turun sebagai berikut:

**Gambar 4.8** Grafik Pembacaan Naik dan Turun Alat

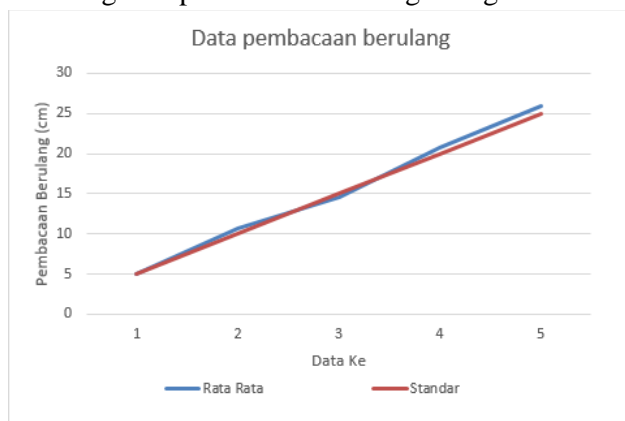
Dari gambar grafik 4.6 dapat dilihat tampak berhimpit menunjukkan garis pembacaan sensor naik dan garis pembacaan sensor turun yang saling menutupi, sehingga hanya terlihat sebagai satu garis lurus saja ini dikarenakan selisih antara pembacaan alat dengan standar nilainya sangat kecil. Pada gambar 4.6 terdapat 2 buah grafik yaitu pembacaan naik yang ditunjukkan oleh grafik

berwarna biru dan pembacaan turun yang ditunjukkan oleh grafik berwarna merah.

Tabel 4.4 Data pengujian pembacaan berulang

No	Standar	Pembacaan Alat					Rata Rata
		1	2	3	4	5	
1	5	5.21	5.21	4.8	4.98	4.98	5.036
2	10	10.62	10.77	10.77	10.77	10.73	10.73
3	15	14.32	14.32	14.32	15.04	15.04	14.61
4	20	20.33	20.65	20.65	21.13	20.78	20.71
5	25	26.45	25.98	25.89	25.54	26.04	25.98
Jumlah	75						77.06
Rata-Rata	15						15.41

Dari table 4.4 diatas kemudian pembacaan berulang menghasilkan grafik pembacaan berulang sebagai berikut:



Gambar 4.9 Grafik Pembacaan Berulang

Dari gambar grafik 4.7 dapat dilihat rata-rata pembacaan pada *set point* 10cm, 20cm, dan 25cm pembacaan alat memiliki

error yang hampir bernilai 1cm, sehingga grafik pembacaan rata-rata melebihi dari grafik pembacaan standar

4.4 Perhitungan Ketidakpastian Pembacaan Alat

Perhitungan ketidakpastian pembacaan alat dilakukan untuk mengetahui apakah sensor ultrasonik HC-SR04 yang digunakan masih dalam keadaan baik untuk digunakan dalam sistem. Maka perlu dilakukan analisa dengan metode statistik (tipe A) dan metode statistik (tipe B) untuk mengetahui apakah sensor ultrasonic HCSR-04 layak digunakan kedalam system atau tidak. Tipe A (metode statistik) ditandai dengan adanya data pengukuran, selanjutnya dari data tersebut diperoleh nilai rata-rata dan standar deviasi. Terdapat 2 macam analisa tipe A yaitu UA1 dan UA2. UA1 merupakan ketidakpastian hasil pengukuran, sedangkan UA2 merupakan ketidakpastian regresi. Analisa Tipe B (metode statistik) dibagi menjadi 2 bagian, yaitu ketidakpastian resolusi (UB1) dan ketidakpastian alat standar (UB2). Dari semua sumber ketidakpastian tersebut dikombinasikan untuk memberikan gambaran menyeluruh ketidakpastian. Ketidakpastian gabungan biasa disebut dengan UC. Kemudian dicari nilai derajat kebebasan efektif (V_{eff}) dan faktor cakupan (k). Selanjutnya dihitung nilai dari ketidakpastian diperluas (U_{exp}).

Tabel 4.5 Perhitungan Data Kalibrasi

No	Koreksi (y)	Yreg	R	SSR
1	0	0.16363636	-0.16363636	0.02678
2	0	0.12727272	-0.127273	0.01620
3	0	0.0909090	-0.090909	0.00826
4	0	0.0545454	-0.054545	0.00298
5	-1	0.0181818	-1.018182	1.03669
6	0	-0.0181818	0.0181818	0.00033
7	0	-0.0545454	0.0545454	0.00298
8	1	-0.0909090	1.0909091	1.19008

9	0	-0.1272727	0.1272727	0.01620
10	0	-0.1636363	0.25745454	0.02678
Rata- ata	0	0	0	0.023273

Setelah dilakukan pembacaan berulang seperti pada Tabel 4.4 maka akan didapatkan nilai koreksi, koreksi regresi dan Residu seperti pada Tabel 4.5. langkah berikutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai – nilai dari Analisa metode statik tipe A dan tipe B. Berikut adalah perhitungan dari nilai tersebut.

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2}}{n-1} = 0.217987427$$

$$U_{a1} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 0.068933677$$

$$b = \frac{n \cdot \sum t_i y_i - \sum y \cdot \sum t_i}{n \cdot \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2} = -0.007272727$$

$$a = \bar{y}_i + (b \times \bar{t}_i) = 0.2$$

$$U_{a2} = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}} = 0.53935989$$

$$U_{B1} = \frac{\frac{1}{2} \times \text{Resolusi}}{\sqrt{3}} = 0.002886751$$

$$U_{B2} = \frac{a}{k} = 0.004975124$$

$$U_c = \sqrt{U_{A1}^2 + U_{A2}^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2} = 0.543777554$$

$$V_{eff} = \frac{(U_c)^4}{\sum (U_i)^4 / V_i} = 16.52626227$$

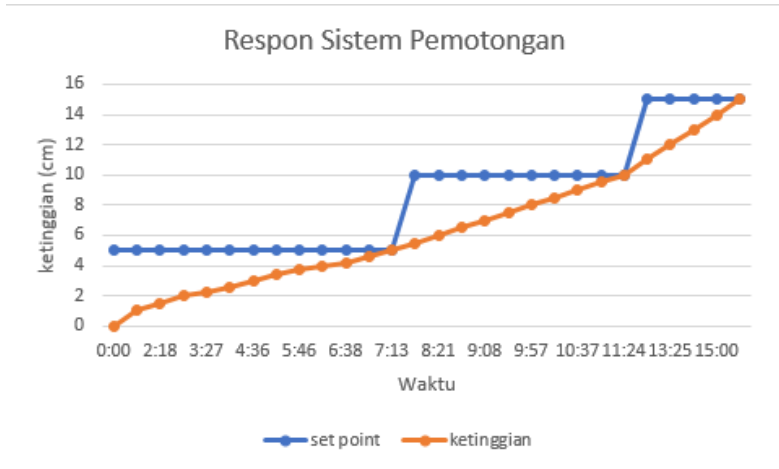
$$U_{exp} = k \times U_c = 1.119909872$$

Berdasarkan nilai dari perhitungan ketidakpastian diperluas (U_{exp}), menghasilkan nilai ketidakpastian alat sebesar 1.11 dengan tingkat kepercayaan 95% dari tabel *T-Student*. Nilai dari ketidakpastian diperluas menjadi acuan pembacaan sensor.

4.5 Pengambilan Data Respon Sistem Pemotongan

Pada pengambilan data didapatkan ketinggian kunyit yang nantinya akan dikonversi menjadi volume, grafik yang menggambarkan respon sistem untuk mencapai *set point* volume

diwakilkan oleh ketinggian kunyit, kemudian dikalikan dengan luas penampang tabung(*chamber*). Pada pengambilan data respon sistem diambil 3 macam sampel nilai *set point* dan 3 macam ketebalan potongan kunyit, yaitu pada ketinggian 5 cm, 10 cm, dan 15 cm, dengan jenis ketebalan 2 mm, 3 mm, dan 5 mm.



Gambar 4.10 Grafik Respon Sistem Pemotongan

Pada gambar 4.10 diatas dapat dilihat bahwa grafik yang berwarna biru adalah *setpoint* ketinggian dan grafik yang berwarna orange adalah pembacaan ketinggian saat sistem berjalan. Dengan setelan untuk mencapai set point 5 cm potongan kunyit diatur dengan ketebalan 2mm, untuk mencapai set point 10 cm potongan kunyit diatur dengan ketebalan 3mm, dan untuk mencapai set point 15 cm potongan kunyit diatur dengan ketebalan 5mm. Dari hasil grafik dapat diketahui bahwa untuk mencapai *set point* 5 cm dan 10 cm memerlukan waktu yang lebih lama daripada waktu untuk mencapai *set point* 15 cm, hal tersebut dikarenakan semakin tipis ketebalan potongan kunyit maka semakin lama waktu yang ditempuh untuk mencapai *set point*, begitu juga sebaliknya, jika potongan kunyit lebih tebal maka waktu yang ditempuh untuk mencapai *set point* lebih singkat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari Rancang bangun sistem pengendalian level pada mini plant pemotong kunyit dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Telah berhasil dibuat sistem untuk memotong kunyit dengan ukuran ketebalan yang berbeda-beda dan proses pemotongan secara otomatis yang berjalan ketika *pushbutton* di nyalakan dengan total kunyit yang dirajang sebanyak 500 gr hingga 5000 gr.
2. Pengendalian *on/off* motor DC berdasarkan *level rotary dryer* pada plant pengering kunyit untuk pada mini plant pemotong kunyit menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan tingkat akurasi 98,8%. Sensor ultrasonik HC-SR04 bekerja mengatur volume pada *rotary dryer*.

5.2. Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Sebaiknya menggunakan motor AC jika mode control motor hanya *on/off*
2. Pengujian sensor harus dilakukan secara teliti agar saat melakukan perhitungan tidak terjadi kesalahan
3. Sebaiknya menggunakan mikrokontroler lebih dari 1 untuk keseluruhan plant agar sistem dapat dilakukan secara kontinyu. Adapun jika menggunakan 1 mikrokontroler perlu dilakukan *study literature* lebih lanjut.
4. Sebaiknya digunakan motor DC yang pelan untuk pengaduk.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementrian Pertanian. (2010). Outlook Komoditas Pertanian Hortikultura. *Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian*, 202. Di-download Pada Tanggal 09 Juli 2017 Jam 18:00 WIB
- [2] Aktator. 2014. Motor DC. Zona Elektro (<http://zonaelektro.net/motor-dc/>) Di-download Pada Tanggal 09 Juli 2017 Jam 18:00 WIB
- [3] Anonym. 2017. Tutorial Arduino Mengakses driver motor L298. (<http://www.ngarep.net/tutorial-arduino-mengakses-driver-motor-l298/>) Di-download Pada Tanggal 09 Juli 2017 Jam 18:00 WIB
- [4] Anonym. Atmega 16. Chapter II. ([http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/28677/Chapter%20II.pdf;jsessionid = A8CE2693194620B46A626563F8B115DA?sequence=4](http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/28677/Chapter%20II.pdf;jsessionid=A8CE2693194620B46A626563F8B115DA?sequence=4)) Di-download tanggal 10 Maret 2017 jam 09:00 WIB
- [5] Anonym. Digi-Bytes.com (http://www.digi-bytes.com/index.php?route=product/product&product_id=96) Di-download tanggal 10 Juli 2017 jam 09:00 WIB
- [6] Anonym. Depok Instrumentasi. 2016. (<https://depokinstruments.com/2016/02/23/hc-sr04-ultrasonic-sensor/>) Di-download tanggal 10 Juli 2017 jam 09:00 WIB
- [7] Anonym. Ilmu Komputer. 2008. (<http://ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2008/08/sholihul-atmega16.pdf>) Di-download Pada Tanggal 09 Juli 2017 Jam 18:00 WIB
- [8] Anonym. Elektronika Dasar (<http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>) Di-download Pada Tanggal 09 Juli 2017 Jam 18:00 WIB



Tech Support: services@elecfraks.com

Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The module includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level, time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level time \times velocity of sound (340M/S)) / 2,

Wire connecting direct as following:

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

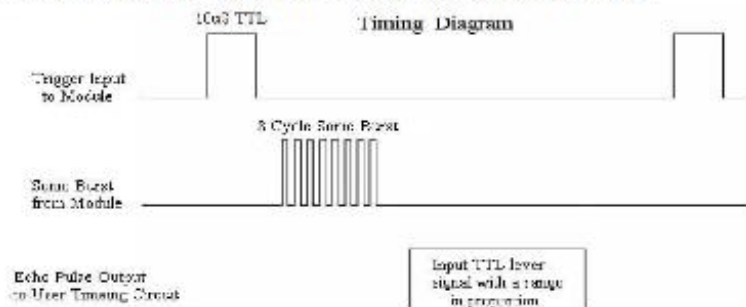
Electric Parameter

Working Voltage	DC 5V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
Measuring Angle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm



Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10 μ s pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula: $\mu\text{s} / 58 = \text{centimeters}$ or $\mu\text{s} / 148 = \text{inch}$; or: the range = high level time * velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.



Attention:

- The module is not suggested to connect directly to electric, if connected electric, the GND terminal should be connected the module first, otherwise, it will affect the normal work of the module.
- When tested objects, the range of area is not less than 0.5 square meters and the plane requests as smooth as possible, otherwise, it will affect the results of measuring.

www.ElecFreaks.com



LAMPIRAN B

/*****

This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project :
Version :
Date : 16/07/2017
Author : tyery08
Company : embeeminded.blogspot.com
Comments :

Chip type : ATmega16A
Program type : Application
AVR Core Clock frequency: 12,000000 MHz
Memory model : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 256

****/

```
#include <mega16a.h>
#include <string.h>
#include <delay.h>
#include <spi.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdbool.h>
// Alphanumeric LCD functions
int Temp;
int Waktu;
int y;
float x;
```

```

#include <alcd.h>
char lcd_buffer[33];
int jam, menit, detik, ADC;
char buf[16];
// Timer1 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)
{
    // Reinitialize Timer1 value
    TCNT1H=0xD23A >> 8;
    TCNT1L=0xD23A & 0xff;
    // Place your code here
    detik++;

}

#define TRIG PORTB.1
#define ECHO PINB.0
#define ADC_VREF_TYPE 0x60
unsigned int count;
int ketinggian;
unsigned char strketinggian[16];

#define relay PORTC.7
#define motor_off relay=1;
#define motor_on relay=0;
int kondisi=0;
interrupt [EXT_INT2] void ext_int2_isr(void)
{
    // Place your code here
    if(kondisi==0)
    {
        motor_on;
        kondisi=1;
    }
}

// Read the AD conversion result

```

```

unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input
voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;
    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10;
    return ADCH;
}
void jam_digital()

{
    if (detik>=60)
    {
        lcd_clear();
        detik=0;
        menit++;
    }
    // if (menit>=60)
    // {
    //     lcd_clear();
    //     menit=0;
    //     jam++;
    // }
    // if (jam>=24)
    // {
    //     lcd_clear();
    //     jam=0;
    // }
}
// Declare your global variables here
unsigned result;
void main(void)

```

```

{
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In
Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

// Port B initialization
// Func7=Out Func6=In Func5=Out Func4=Out Func3=Out
Func2=In Func1=Out Func0=In
// State7=0 State6=T State5=0 State4=0 State3=0 State2=T
State1=0 State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0xBA;

// Port C initialization
// Func7=Out Func6=In Func5=In Func4=In Func3=Out
Func2=Out Func1=Out Func0=Out
// State7=0 State6=T State5=T State4=T State3=0 State2=0
State1=0 State0=0
PORTC=0x00;
DDRC=0xFF;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In
Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x00;

// Timer/Counter 0 initialization

```

```
// Clock source: System Clock
// Clock value: 12000,000 kHz
// Mode: Phase correct PWM top=0xFF
// OC0 output: Non-Inverted PWM
TCCR0=0x61;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;
```

```
// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 11,719 kHz
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: On
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x05;
TCNT1H=0xD2;
TCNT1L=0x3A;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;
```

```
// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
```



```
TCCR2=0x00;  
TCNT2=0x00;  
OCR2=0x00;
```

```
// External Interrupt(s) initialization
```

```
// INT0: Off
```

```
// INT1: Off
```

```
// INT2: On
```

```
// INT2 Mode: Falling Edge
```

```
GICR|=0x20;
```

```
MCUCR=0x00;
```

```
MCUCSR=0x00;
```

```
GIFR=0x20;
```

```
// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
```

```
TIMSK=0x04;
```

```
// USART initialization
```

```
// USART disabled
```

```
UCSRB=0x00;
```

```
// Analog Comparator initialization
```

```
// Analog Comparator: Off
```

```
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1:
```

Off

```
ACSR=0x80;
```

```
SFIOR=0x00;
```

```
// ADC initialization
```

```
// ADC Clock frequency: 750,000 kHz
```

```
// ADC Voltage Reference: AVCC pin
```

```
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
```

```
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
```

```
ADCSRA=0x84;
```

```
// SPI initialization
```

```
// SPI disabled
```

```

    SPCR=(0<<SPIE) | (1<<SPE) | (0<<DORD) | (1<<MSTR) |
(0<<CPOL) | (0<<CPHA) | (0<<SPR1) | (0<<SPR0);
    SPSR=(0<<SPI2X);

```

```

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

```

```

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
//   Project|Configure|C   Compiler|Libraries|Alphanumeric
LCD menu:

```

```

// RS - PORTD Bit 0
// RD - PORTD Bit 1
// EN - PORTD Bit 2
// D4 - PORTD Bit 4
// D5 - PORTD Bit 5
// D6 - PORTD Bit 6
// D7 - PORTD Bit 7
// Characters/line: 16
lcd_init(16);

```

```

// Global enable interrupts
#asm("sei")
motor_off;
while (1)

```

```

{
    ADC=read_adc(0);
    OCR0=ADC;
    jam_digital();

```

```

    //Ultrasonic//
    PORTB.1=1;//inisialisasi sensor
    delay_us(15);
    PORTB.1=0;
    delay_us(15);
    PORTB.1=1;

```

```

delay_us(15);
PORTB.1=1;
while (PINB.0==0){};
while (PINB.0==1)
{
count++;
}
ketinggian=((count*0.043332)/2);
sprintf(strketinggian,"% 3d", ketinggian);
lcd_gotoxy(0,0);
sprintf(strketinggian,"Level Kunyit=% 3d", ketinggian);
lcd_puts(strketinggian);
delay_ms(100);

        if(ketinggian<10) //set point
    {
        kondisi=0;
        motor_off;
    }

        //Thermocouple//
PORTB.4=0;
result=(unsigned) spi(0)<<8;
result|=spi(0);
PORTB.4=1;
lcd_gotoxy(0,1);
result=(unsigned)          (((unsigned          long)
result*5000)/4096L);
        sprintf(lcd_buffer,"Tem
Oven=% 2u.% u% cC",result/40,(result% 40),0xDF);
        lcd_puts(lcd_buffer);
delay_ms(100);
count=0;

        //ADC Untuk Set Point//
Temp = read_adc(1);
Waktu = read_adc(2);
x = (Temp*99.99)/255.0;

```

```

// x = Temp;
y = (Waktu*120)/255;
delay_ms(100);

lcd_gotoxy(0,2);
sprintf(buf,"Tset:% 3.2f ts:% d ",x,y);
lcd_puts(buf);

lcd_gotoxy(0,3);
sprintf(buf,"ton= % d: % d ",menit,detik);
lcd_puts(buf);


if(result/40>x || y==menit)
{
PORTC.0=1;
PORTC.1=1;
}

else if(result/40<x || y!=menit )
{
PORTC.0=0;
PORTC.1=0;
}

if (y!=menit)
{
PORTC.6=1;
}

if (y==menit)
{
TCNT1H=0xD23A >> 8;
TCNT1L=0xD23A & 0x00;
PORTC.6=0;
}

```

```
    if(y<menit)
    {
        detik=0;
        menit=0;
    }
}
}
```

LAMPIRAN C

Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 16 Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 612 Bytes EEPROM
 - 1 Kbyte Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
- True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN MLF
- Operating Voltages
 - 2.7V - 5.5V for ATmega16L
 - 4.5V - 5.5V for ATmega16
- Speed Grades
 - 0 - 8 MHz for ATmega16L
 - 0 - 16 MHz for ATmega16
- Power Consumption (R: 1 MHz, 3V, and 25°C for ATmega16L)
 - Active: 1.1 mA
 - Idle Mode: 0.35 mA
 - Power-down Mode: < 1 µA



8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 16K Bytes
In-System
Programmable
Flash

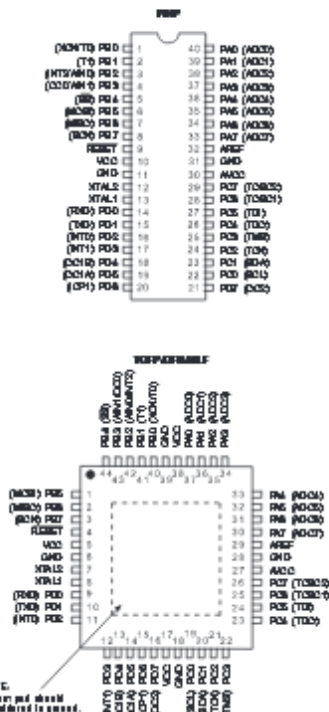
ATmega16
ATmega16L

Rev. 2485T-AVR-01/10



Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega16



Disclaimer

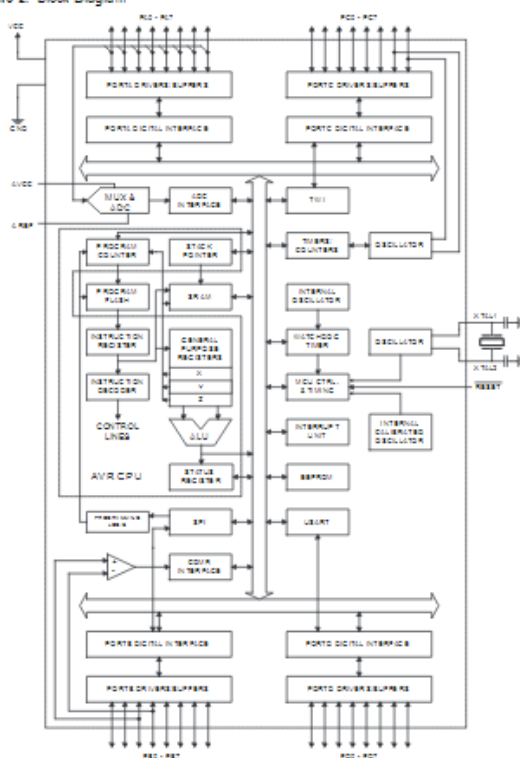
Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

Overview

The ATmega16 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega16 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 2. Block Diagram



A Tmega16(L)

The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega16 provides the following features: 16 Kbytes of In-System Programmable Flash Program memory with Read-While-Write capabilities, 512 bytes EEPROM, 1 Kbyte SRAM, 32 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, a JTAG interface for Boundary-scan, On-chip Debugging support and programming, three flexible Timer/Counters with compare modes, internal and external interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, an 8-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain (TQFP package only), a programmable Watchdog Timer with internal Oscillator, an SPI serial port, and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the USART, Two-wire Interface, A/D Converter, SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next External Interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the Asynchronous Timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except Asynchronous Timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the Asynchronous Timer continue to run.

The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega16 is a powerful microcontroller that provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The ATmega16 AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debuggers/simulators, in-circuit emulators, and evaluation kits.

Pin Descriptions

VCC Digital supply voltage.

GND Ground.

Port A (PA7..PA0) Port A serves as the analog inputs to the A/D Converter.

Port A also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. When pins PA0 to PA7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current if the internal pull-up resistors are activated. The Port A pins are tristated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

PortB (PB7..PB0)	<p>Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port B also serves the functions of various special features of the ATmega16 as listed on page 55.</p>
PortC (PC7..PC0)	<p>Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PC5(TDI), PC3(TMS) and PC2(TCK) will be activated even if a reset occurs.</p> <p>Port C also serves the functions of the JTAG interface and other special features of the ATmega16 as listed on page 61.</p>
PortD (PD7..PD0)	<p>Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port D also serves the functions of various special features of the ATmega16 as listed on page 63.</p>
RESET	Reset Input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 38 . Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.
XTAL1	Input to the Inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.
XTAL2	Output from the Inverting Oscillator amplifier.
AVCC	AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to V_{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.
AREF	AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

Resources

A comprehensive set of development tools, application notes and datasheets are available for download on <http://www.atmel.com/avr>.

Data Retention

Reliability Qualification results show that the projected data retention failure rate is much less than 1 PPM over 20 years at 85°C or 100 years at 25°C.

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis Gustyan Ubai Anggie Priyambada yang dilahirkan di Kediri pada tanggal 30 Agustus 1996 dari ayah bernama Edy Tjahyono dan ibu bernama Kusmiati. Penulis merupakan anak ke dua dari tiga bersaudara. Saat ini penulis tinggal di Kedungturi, Taman Sidoarjo. Pada tahun 2008, penulis menyelesaikan pendidikan tingkat dasar di SDN Kedungturi 2 Sidoarjo. Pada tahun 2011 penulis menyelesaikan pendidikan tingkat menengah pertama di SMP Negeri 2 Gedangan, Sidoarjo. Tahun 2014 berhasil menyelesaikan pendidikan tingkat menengah atas jurusan otomotif di SMK Negeri 1 Sidoarjo. Dan pada tahun 2017 ini, penulis mampu menyelesaikan gelar ahli madya di Program Studi DIII-Teknik Instrumentasi, Departemen Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN ON/OFF MOTOR DC PADA MINI PLANT PEMOTONGAN KUNYIT BERBASIS ATMEGA 16”**. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini maka dapat menghubungi penulis melalui email priyambadaanggie@gmail.com.